

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-084141

(43)Date of publication of application : 25.03.1994

(51)Int.Cl.

G11B 5/31

G11B 5/29

(21)Application number : 04-255864

(71)Applicant : VICTOR CO OF JAPAN LTD

(22)Date of filing : 31.08.1992

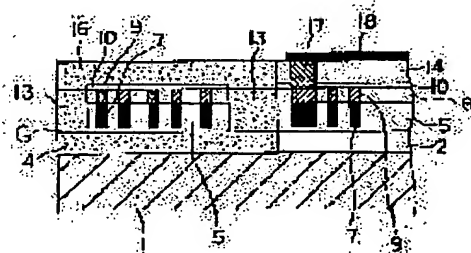
(72)Inventor : FUJISAWA WATARU

(54) THIN FILM MAGNETIC HEAD

(57)Abstract:

PURPOSE: To increase the cross-sectional area of a conductor by a conventional manufacturing technology, to decrease DC resistance and to suppress heating by providing a continuous multilayered structure for the conductor.

CONSTITUTION: An insulating layer 2 is formed on a substrate 1. The insulating layer 2 is etched through a mask, which is formed with a photolithography technology, and a core-shaped groove is formed. A soft-magnetic-material layer is formed in the groove. The layer is polished, and the surface is made flat. Thus, a lower core 4 is formed. An insulating layer 5 is formed on the layer 2 furthermore. A coil conductor 7 is embedded into a coil groove formed in the surface of the layer 5. By the same way, a coil conductor 9 is formed on an insulating film 8. An insulating layer 10 is further formed on the conductor 9. The front side and a gap G are made to remain, and a groove is formed in the intermediate core 4. An intermediate core 13 is formed of soft magnetic material. An insulating layer 14 is further formed, and a contact hole 17 is filled. The Cu layer of a lead part 18, which is connected to the conductor 7 through the contact hole 17, is etched, and the specified shape is formed. The gap G is cut so that the gap becomes the end part, and the thin film magnetic head is obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] a substrate top -- an insulator layer -- minding -- a magnetic-substance core and a coil -- the thin film magnetic head which comes to carry out the laminating of the conductor and which changes -- setting -- the aforementioned coil -- the thin film magnetic head characterized by making a conductor into the multilayer structure which continues at least

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention is used for magnetic recorder and reproducing devices, such as a magnetic disk, and relates to a suitable thin film head.

[0002]

[Description of the Prior Art] The outline partial perspective diagram of the magnetic head by which, as for drawing 11, these people are used for a disk-like record medium [finishing / a proposal / (JP,4-89609,A) previously], and drawing 12 are the outline part plans of the head element H. In these drawings, it is the lower core [substrate] to which 51 grows into and an insulating layer and 54 grow from soft magnetic materials in 52. 55 — an insulating layer — it is — this insulating layer 55 — a coil — the conductor 57 is wound and laid underground As for a middle core and 60, 59 is [an insulating layer and 62] up cores. 63 — the aforementioned coil — it is the conductor connected to a conductor 57, and the lead section 64 is continuously formed in this conductor 63 65 is the pad section, an alloy layer 66 is formed in this upper surface side, thermocompression bonding of the reed wire 67 is carried out to this alloy layer 66, and one head element H is constituted.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] According to the above thin film magnetic heads, it is the thing of suitable head structure to carry out record reproduction of a narrow track or the record medium of a ** pitch. however, a coil — the cross section of a conductor is small and direct current resistance is large Therefore, the impedance noise was large, and generation of heat of the coil by energization was also large, and it was what the member of the circumference of a coil expands with heat, causes distortion and a crack, and lacks in reliability.

[0004] Although **** which reduces the number of turns (length) of a coil, or increases the cross section per one of a coil, and reduces generation of heat and the impedance noise of a coil will be good in order to solve this, when the number of turns (length) of a coil is reduced, a reproduction output decreases and it is not a suitable method. Moreover, when the horizontal width of face per coil is expanded without reducing a number of turns and the cross section is increased, magnetic-path length (interval of the anterior part magnetic-gap section and the posterior part magnetic-gap section) becomes long, magnetic reluctance will increase, and decline in a record regeneration efficiency will be caused. Although the thing which increases the thickness to a perpendicular direction and [also for which an aspect ratio (thickness/width of face of a coil) is enlarged] was also considered further again, at the present manufacturing technology, there was a trouble that it was difficult to fabricate the thing of this thickness, at 1 time of a process. Then, this invention is to offer the thin film magnetic head of composition of having solved these troubles.

[0005]

[Means for Solving the Problem] Lessons will be taken from the above-mentioned point, the following composition will take an example and accomplish, and this invention will attain. namely, a substrate top — an insulator layer — minding — a magnetic-substance core and a coil — the thin film magnetic head which comes to carry out the laminating of the conductor and which

changes -- setting -- the aforementioned coil -- the thin film magnetic head characterized by making a conductor into the multilayer structure which continues at least
[0006]

[Example] Hereafter, with reference to a drawing, it explains per example of this invention. The outline cross section, drawing 3, or drawing 5 of the thin film magnetic head which drawing 1 is the 1st example of the thin film magnetic head by this invention, and used the inorganic insulator layer is drawing having shown the manufacturing process of the aforementioned thin film magnetic head, lowers an impedance noise and shows the thin film magnetic head which can set reliability while it makes the conductor which forms a coil pattern the continuous two-layer structure, reduces direct current resistance and suppresses generation of heat.

[0007] That is, the thin film magnetic head of this example is formed from the following processes.

The 1st process [drawing 3 (a)]

a substrate 1 top -- a thin film coating technology -- SiO₂ and TiO₂ Or aluminum 2O₃ etc. -- an insulating layer 2 is formed by the thickness of 1-10 micrometers, it *****s through the mask which subsequently created the insulating layer 2 with photolithography technology, and the slot 3 of a core configuration is formed

The 2nd process [drawing 3 (b)]

The layer of the soft magnetic materials which made Fe, Co, and nickel the principal component by the thin film coating technology is formed in a slot 3, the excessive portion of the upper part of this magnetic layer is deleted by polish, flattening of the front face is carried out, and it considers as the lower core 4.

[0008] The 3rd process [drawing 3 (c)]

Another insulating layer 5 is formed on an insulating layer 2.

The 4th process [drawing 3 (d)]

the coil slot 6 formed in the front face of the aforementioned insulating layer 5 by etching -- a thin film coating technology -- coils, such as Cu, aluminum, Au, or Ag, -- a conductor 7 -- embedding -- this coil -- the excessive portion on a conductor 7 is ground In addition, the depth of the coil slot 6 secures an insulation electric as what does not reach the lower core 4.

[0009] The 5th process [drawing 4 (e)]

An insulator layer 8 is formed by the thickness of several micrometers.

The 6th process [drawing 4 (f)]

the same method as the 4th above-mentioned process -- a coil -- a conductor 9 is formed

The 7th process [drawing 4 (g)]

a thin film coating technology -- SiO₂ and TiO₂ Or aluminum 2O₃ etc. -- an insulating layer 10 is formed by the thickness of 0.1-1 micrometer.

Octavus process [drawing 4 (h)]

It leaves gap G minutes to an anterior, and the slot 11 of the middle core 4 is formed by etching.

The 9th process [drawing 5 (i)]

It forms by etching until the lower core 4 exposes the slot 12 of the middle core 4.

[0010] The 10th process [drawing 5 (j)]

The layer of the soft magnetic materials which made Fe, Co, and nickel the principal component by the thin film coating technology is formed in a slot 11 and 12, the excessive portion of the upper part of this magnetic layer is deleted by polish, flattening of the front face is carried out, and it considers as the middle core 13.

The 11th process [drawing 5 (k)]

a thin film coating technology -- SiO₂ and TiO₂ Or aluminum 2O₃ etc. -- an insulating layer 14 -- 1-10 micrometers It forms by thickness.

The 12th process [drawing 5 (l)]

the layer of the soft magnetic materials which *****ed the core slot 15 like the above and made Fe, Co, and nickel the principal component at this Mizouchi -- forming -- the upper part of this magnetic layer -- an excessive portion is deleted by polish, planation of the front face is carried out, and it considers as the upper core 16

[0011] The 13th process [drawing 5 (m)]

an insulating layer 14 -- a contact hole 17 -- burying -- this contact hole 17 -- minding -- a coil -- the lead section 18 linked to a conductor 7 is formed in a predetermined configuration by etching as a Cu layer with a thickness of 0.1-10 micrometers Then, it cuts so that magnetic-gap G may become an edge from cutting-plane-line B-B, and the thin film magnetic head shown in drawing 1 is obtained.

[0012] moreover -- as another example of the aforementioned process -- the 5th process of the above -- then, the slot 20 shown in drawing 6 (a) is formed, and a slot 20 is filled as shown in drawing 6 (b) -- as -- vacuum evaporation or a spatter -- a coil -- the conductor layer used as a conductor 9 is formed in the whole surface moreover, it is shown in drawing 6 (c) at this time -- as -- the coil in a slot 20 -- a conductor 7 -- an electrode -- carrying out -- plating -- the inside of a slot 20 -- a coil -- it is good also by the method of depositing metals, such as Cu used as a conductor 9 and it is shown in drawing 6 (d) after these processings -- as -- the conductor in a slot 20 -- leaving -- an excessive conductor -- polish -- removing -- the coil of a predetermined configuration -- a conductor 9 is obtained Exactly, this process is equivalent to the 6th process of the aforementioned example, and those of the process after this is the same as that of the above-mentioned case.

[0013] Furthermore, it is good also by the following processes following the 2nd process [drawing 3 (b)] of the aforementioned example as another manufacturing process of the thin film head which used this inorganic insulator layer.

The 3rd process [drawing 7 (a)]

Insulator layer 5a is formed by the thickness of about 1 micrometer on the lower core 4.

The 4th process [drawing 7 (b)]

metals, such as Cu, -- forming membranes -- etching processing -- a coil -- the coil pattern of a conductor 7 is formed

The 5th process [drawing 7 (c)]

a coil -- a conductor 7 top -- SiO₂, TiO₂, and aluminum 2O₃ etc. -- insulator layer 5b is formed

[0014] The 6th process [drawing 8 (d)]

A slot 23 is formed by etching processing.

The 7th process [drawing 8 (e)]

a coil -- a conductor 7 -- an electrode -- carrying out -- plating -- a coil -- metals, such as Cu used as a conductor 9, are deposited

Octavus process [drawing 8 (f)]

polish removed the excessive metal and aforementioned drawing 4 (f) showed it -- the same -- carrying out -- the coil of a predetermined configuration -- a conductor 9 is obtained The process after this is the same as the process after drawing 4 (f).

[0015] Drawing 2 is another example of the thin film magnetic head by this invention, is the outline cross section of the thin film magnetic head which used the organic compound insulator, and is the thin film magnetic head from which the same effect as the aforementioned example is acquired. This thin film magnetic head is manufactured according to the following processes, and explains this using drawing 9 and drawing 10.

The 1st process [drawing 9 (a)]

On a substrate 31, the magnetic film used as the lower core 32 is formed, and a lower core is formed by the photolithography and etching processing.

The 2nd process [drawing 9 (b)]

The insulator layer 33 used as a gap is formed.

The 3rd process [drawing 9 (c)]

metal membranes, such as Cu, -- forming membranes -- etching processing -- a coil -- the coil pattern which is a conductor 34 is formed

The 4th process [drawing 9 (d)]

an organic compound insulator 35 -- a coil -- it forms on a conductor 34

[0014] The 5th process [drawing 9 (e)]

A slot 36 is formed in an organic compound insulator 35 by etching.

The 6th process [drawing 10 (f)]

a coil -- a conductor 34 -- an electrode -- carrying out -- this upper layer -- plating -- a coil -- metals, such as Cu used as a conductor 37, are deposited

The 7th process [drawing 10 (g)]

a coil -- an organic compound insulator 38 is formed on a conductor 37

Octavus process [drawing 10 (h)]

The up core 39 is formed.

The 9th process [drawing 10 (i)]

an organic compound insulator 38 -- a coil -- the slot 40 which leads to a conductor 37 -- forming -- a coil -- the lead section 41 linked to a conductor 37 is formed Then, it cuts so that magnetic-gap G may become an edge from cutting-plane-line C-C, and the thin film magnetic head shown in drawing 2 is obtained. in addition -- this example -- a coil -- although the example of the two-layer structure explained the conductor, the need responds and it is good also as the above multilayer structure

[0015]

[Effect of the Invention] since it is not necessary to form in the conductor of the thickness more than before at 1 time of a process by making a conductor into continuous multilayer structure according to the thin-film head of this invention and the cross section of a conductor can be made to increase using the conventional manufacturing technology -- reduction of direct current resistance -- it can plan -- a coil -- a conductor -- generation of heat constituting distortion of the circumference or the cause of a crack can be suppressed as much as possible Moreover, by making the cross section of a conductor increase, it is not necessary to increase the number of coils, and an impedance noise can be lowered, it is highly precise and the thin film magnetic head which can set reliability can be offered.

[Translation done.]

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に絶縁膜を介して磁性体コア及びコイル導体を積層してなる成る薄膜磁気ヘッドにおいて、

前記コイル導体を、少なくとも連続する多層構造としたことを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、磁気ディスク等の磁気記録再生装置に使用されて好適な薄膜ヘッドに関するものである。

【0002】

【従来の技術】図11は、本出願人が先に提案済（特開平4-89609号）のディスク状記録媒体に使用される磁気ヘッドの概略部分斜視図、図12はヘッド素子Hの概略部分平面図である。これらの図において、51は基板、52は絶縁層、54は軟磁性材料から成る下コアである。55は絶縁層で、この絶縁層55にはコイル導体57が巻回されて埋設されている。59は中間コア、60は絶縁層、62は上部コアである。63は前記コイル導体57に接続される導体であり、この導体63には連続してリード部64が形成されている。65はパッド部で、この上面側に合金層66が設けられ、この合金層66にはリードワイヤ67が熱圧着されて一つのヘッド素子Hが構成されているものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記のような薄膜磁気ヘッドによれば、狭いトラックや狭ピッチの記録媒体を記録再生するには好適なヘッド構造のものである。ところが、コイル導体の断面積が小さく直流抵抗が大きい。そのため、インピーダンスノイズが大きくなり、また、通電によるコイルの発熱も大きく、コイル周囲の部材が熱によって膨脹して、歪みやクラックの原因となって信頼性に欠けるものであった。

【0004】これを解決するために、コイルの巻き数（長さ）を減らしたり、コイルの一本当たりの断面積を増やしたりして、コイルの発熱及びインピーダンスノイズを低減するればよいことになるが、コイルの巻き数（長さ）を減らした場合には、再生出力が減少してしまい適当な方法ではない。また、巻き数を減らさずにコイル一本当たりの水平方向の幅を広げて断面積を増加した場合には、磁路長（前部磁気ギャップ部と後部磁気ギャップ部との間隔）が長くなり、磁気抵抗が増加して記録再生効率の低下を招くことになる。さらにまた、垂直方向への厚みを増す（アスペクト比（コイルの厚さ／幅）を大きくする）ことも考えられるが、現在の製造技術では一回の工程で、この厚さのものを成形することが困難である、という問題点があった。そこで、本発明は、これらの問題点を解決した構成の薄膜磁気ヘッドを提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は上記の点につき鑑みて成されたものであり、以下の構成により達成しようというものである。即ち、基板上に絶縁膜を介して磁性体コア及びコイル導体を積層してなる成る薄膜磁気ヘッドにおいて、前記コイル導体を、少なくとも連続する多層構造としたことを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【0006】

【実施例】以下、図面を参照して、本発明の一実施例につき説明する。図1は本発明による薄膜磁気ヘッドの第1の実施例で、無機絶縁膜を使用した薄膜磁気ヘッドの概略断面図、図3乃至図5は前記薄膜磁気ヘッドの製造工程を示した図であり、コイルパターンを形成する導体を連続する二層構造にして、直流抵抗を低減して発熱を抑制すると共に、インピーダンスノイズを下げ、信頼性における薄膜磁気ヘッドを示す。

【0007】即ち、本実施例の薄膜磁気ヘッドは以下の工程より形成されるものである。

第1工程【図3（a）】

基板1上に薄膜形成技術によって SiO_2 、 TiO_2 或いは Al_2O_3 等の絶縁層2を1～10 μm の厚さで形成し、次いで絶縁層2をフォトリソグラフィ技術によって作成したマスクを介してエッチングし、コア形状の溝3を形成する。

第2工程【図3（b）】

溝3内に薄膜形成技術によってFe、Co、Niを主成分とした軟磁性材料の層を形成し、この磁性層の上部の余分な部分を研磨によって削除し、表面を平坦化して下コア4とする。

【0008】第3工程【図3（c）】

絶縁層2の上に別の絶縁層5を形成する。

第4工程【図3（d）】

エッチングによって前記絶縁層5の表面に形成したコイル溝6に、薄膜形成技術によってCu、Al、Au或いはAg等のコイル導体7を埋め込み、このコイル導体7の上の余分な部分を研磨する。尚、コイル溝6の深さは下コア4に達しないものとして電気的な絶縁を確保する。

【0009】第5工程【図4（e）】

絶縁膜8を数 μm の厚さで成膜する。

第6工程【図4（f）】

前述の第4工程と同様の方法でコイル導体9を形成する。

第7工程【図4（g）】

薄膜形成技術によって SiO_2 、 TiO_2 或いは Al_2O_3 等の絶縁層10を0.1～1 μm の厚さで形成する。

第8工程【図4（h）】

前側にギャップG分を残して中間コア4の溝11をエッチングによって形成する。

第9工程〔図5 (i)〕

中間コア4の溝12を下コア4が露出するまでエッチングによって形成する。

【0010】第10工程〔図5 (j)〕

溝11, 12内に薄膜形成技術によってFe、Co、Niを主成分とした軟磁性材料の層を形成し、この磁性層の上部の余分な部分を研磨によって削除し、表面を平坦化して中間コア13とする。

第11工程〔図5 (k)〕

薄膜形成技術によってSiO₂、TiO₂ 或はAl₂O₃等の絶縁層14を1~10μmの厚さで形成する。

第12工程〔図5 (l)〕

前記と同様にコア溝15をエッチングし、この溝内にFe、Co、Niを主成分とした軟磁性材料の層を形成し、この磁性層の上部余分な部分を研磨によって削除し、表面を平面化して上コア16とする。

【0011】第13工程〔図5 (m)〕

絶縁層14にコンタクトホール17を埋め、このコンタクトホール17を介してコイル導体7と接続するリード部18を0.1~10μmの厚みのCu層としてエッチングにより所定形状に形成する。その後、切断線B-Bより磁気ギャップGが端部となるように切断して、図1に示した薄膜磁気ヘッドを得る。

【0012】また、前記工程の別の実施例として、前記第5工程に続いて、図6 (a) に示す溝20を形成し、図6 (b) に示すように溝20を埋めるように蒸着或いはスパッタによりコイル導体9となる導体層を全面に形成する。また、この時、図6 (c) に示すように溝20内のコイル導体7を電極としてメッキにより溝20内にコイル導体9となるCu等の金属を析出させる方法によっても良い。そして、これらの処理の後、図6 (d) に示すように溝20内の導体のみを残して余分な導体を研磨により除去し、所定形状のコイル導体9を得る。ちょうど、この工程は前記実施例の第6工程に相当し、これ以降の工程は前述の場合と同様である。

【0013】また更に、この無機絶縁膜を使用した薄膜ヘッドの別の製造工程として、前記実施例の第2工程〔図3 (b)〕に続いて以下の工程によっても良い。

第3工程〔図7 (a)〕

下コア4上に約1μmの厚さで絶縁膜5aを成膜する。

第4工程〔図7 (b)〕

Cu等の金属を成膜し、エッチング加工によりコイル導体7のコイルパターンを形成する。

第5工程〔図7 (c)〕

コイル導体7上にSiO₂、TiO₂、Al₂O₃等の絶縁膜5bを成膜する。

【0014】第6工程〔図8 (d)〕

エッチング加工により溝23を形成する。

第7工程〔図8 (e)〕

コイル導体7を電極として、メッキによりコイル導体9

となるCu等の金属を析出させる。

第8工程〔図8 (f)〕

余分な金属を研磨により除去し、前記図4 (f) で示したと同様にして所定形状のコイル導体9を得る。これ以降の工程は図4 (f) 以降の工程と同様である。

【0015】図2は本発明による薄膜磁気ヘッドの別実施例で、有機絶縁膜を使用した薄膜磁気ヘッドの概略断面図であり、前記実施例と同様の効果が得られる薄膜磁気ヘッドである。この薄膜磁気ヘッドは以下の工程により製造され、図9及び図10を用いてこれを説明する。

第1工程〔図9 (a)〕

基板31上に下部コア32となる磁性膜を成膜し、フォトリソグラフィとエッチング加工により下部コアを形成する。

第2工程〔図9 (b)〕

ギャップとなる絶縁膜33を形成する。

第3工程〔図9 (c)〕

Cu等の金属膜を成膜し、エッチング加工によりコイル導体34であるコイルパターンを形成する。

第4工程〔図9 (d)〕

有機絶縁膜35をコイル導体34上に形成する。

【0014】第5工程〔図9 (e)〕

有機絶縁膜35にエッチングにより溝36を形成する。

第6工程〔図10 (f)〕

コイル導体34を電極として、この上層にメッキによりコイル導体37となるCu等の金属を析出させる。

第7工程〔図10 (g)〕

コイル導体37上に有機絶縁膜38を形成する。

第8工程〔図10 (h)〕

上部コア39を形成する。

第9工程〔図10 (i)〕

有機絶縁膜38にコイル導体37に通じる溝40を形成し、コイル導体37と接続するリード部41を形成する。その後、切断線C-Cより磁気ギャップGが端部となるように切断して、図2に示した薄膜磁気ヘッドを得る。尚、本実施例では、コイル導体を二層構造の例で説明したが、必要に応じてこれ以上の多層構造としても良い。

【0015】

【発明の効果】本発明の薄膜ヘッドによれば、導体を連続する多層構造にすることによって、一回の工程で従来以上の厚みの導体に形成する必要がないので、従来の製造技術を使用して導体の断面積を増加させることができるので、直流抵抗の低減が図れてコイル導体周囲の歪みやクラックの原因となる発熱を極力抑えることができる。また、導体の断面積を増加させることにより、巻線数を増やす必要がなく、インピーダンスノイズを下げることができ、高精度で、信頼性における薄膜磁気ヘッドを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の薄膜磁気ヘッドの第1実施例を示す概略断面図である。

【図2】第2実施例を示す概略断面図である。

【図3】第1実施例の薄膜磁気ヘッドの製造工程を示した図である。

【図4】図3に続く製造工程図である。

【図5】図4に続く製造工程図である。

【図6】第1実施例に係る薄膜磁気ヘッドの別の製造工程図である。

【図7】第1実施例に係る薄膜磁気ヘッドの更に別の製造工程を示し、前記図6とは別の製造工程を示した図である。

【図8】前記図7に連続する製造工程を示した図である。

【図9】第2実施例に係る薄膜磁気ヘッドの製造工程を示した図である。

【図10】前記図9に連続する製造工程図である。

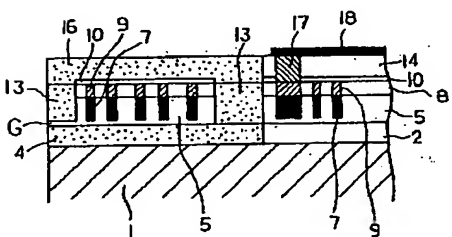
【図11】従来の薄膜磁気ヘッドの概略部分断面斜視図である。

【図12】前記図11の薄膜磁気ヘッドの概略平面図である。

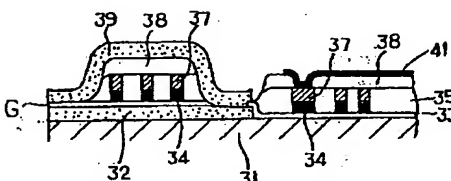
【符号の説明】

- 1, 33 基板
- 4, 32 下コア
- 7, 9, 34, 37 コイル導体
- 16, 39 上部コア
- 18, 41 リード部
- G 磁気ギャップ

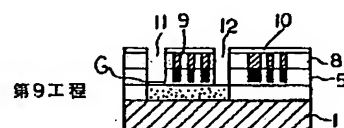
【図1】



【図2】



【図5】

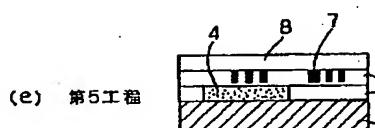


【図3】

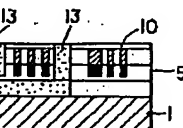


(a) 第1工程

【図4】



(e) 第5工程



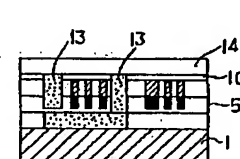
第10工程



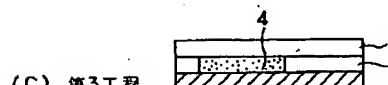
(b) 第2工程



(f) 第6工程



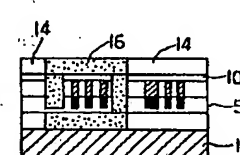
第11工程



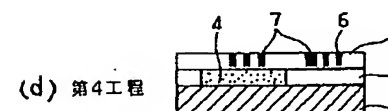
(c) 第3工程



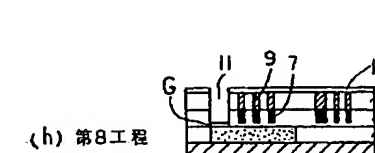
(g) 第7工程



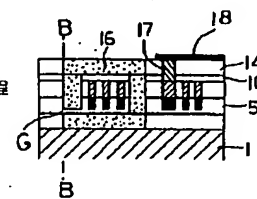
第12工程



(d) 第4工程

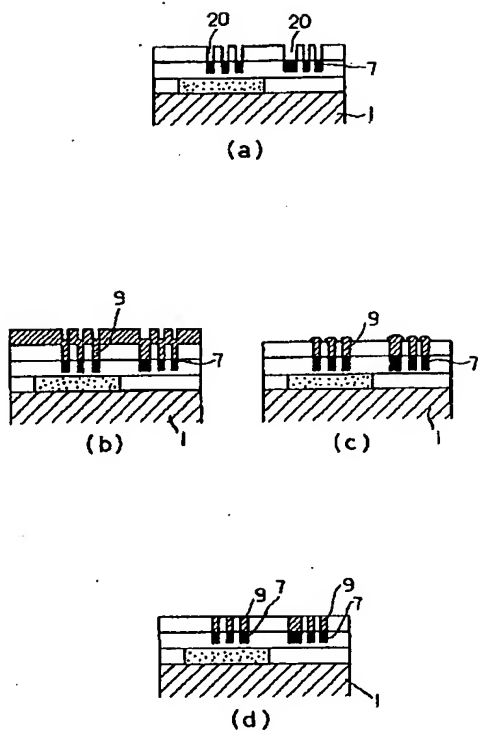


(h) 第8工程

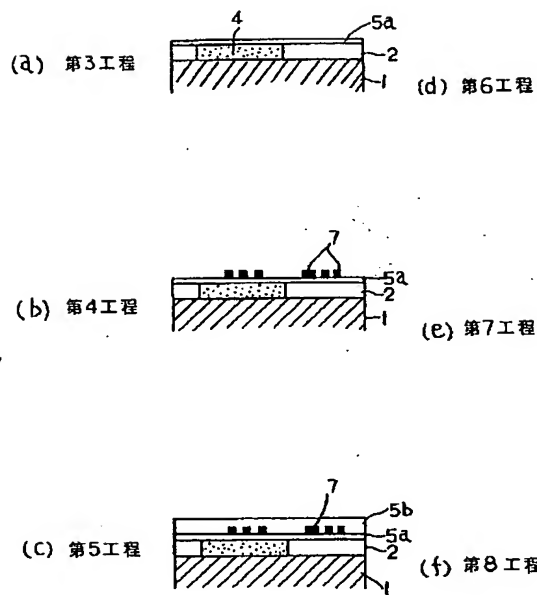


第13工程

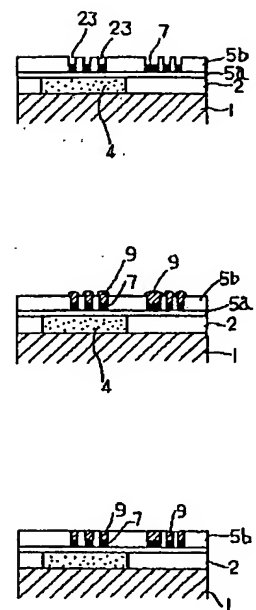
【図6】



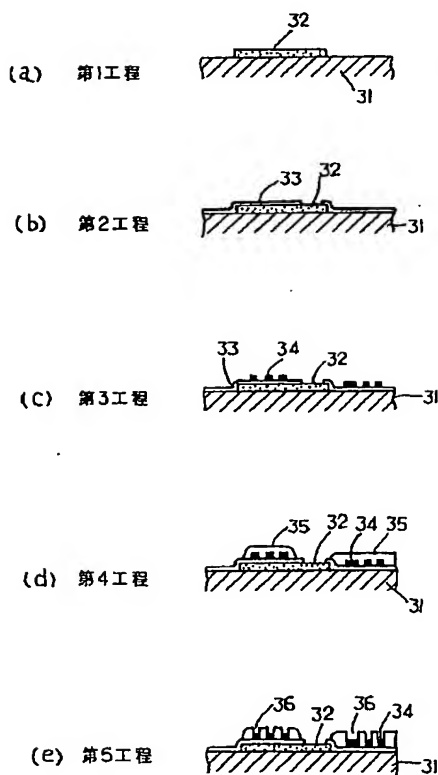
【図7】



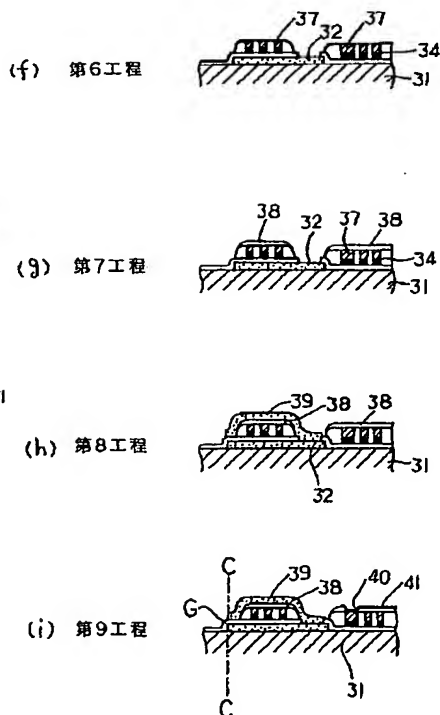
【図8】



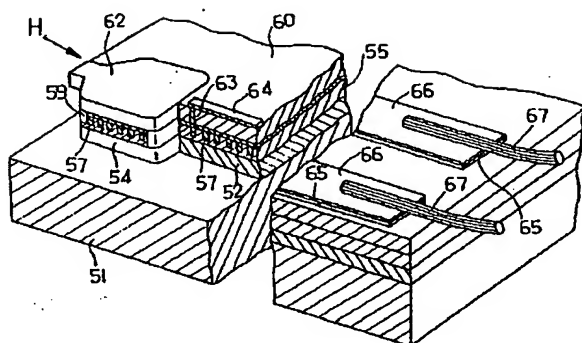
【図9】



【図10】



【图 1 1】



【图 12】

